REPRODUCTION ET CONDITION CHEZ LA SARDINE (*SARDINA PILCHARDUS* WALBAUM, 1792) DES CÔTES ORANAISES (ALGÉRIE)

par

Jean-Antoine TOMASINI (1), Jean-Luc BOUCHEREAU (1)
et
Ahmed BENSAHLA TALET (2)

RÉSUMÉ. - Chez *Sardina pilchardus* des côtes oranaises, le rapport gonado-somatique et la condition évoluent de façon inverse : la condition est la meilleure au printemps et en été durant le repos sexuel, elle est basse en automne et en hiver au moment de la maturation des gonades et de la ponte. Les relations masse-taille sont données et trois expressions de coefficient de condition ont été utilisées. Les méthodes et leurs résultats sont analysés.

ABSTRACT. - The condition of *Sardina pilchardus* from Oran evolves in inverse ratio to the gonadosomatic ratio. The condition is higher in spring and summer during the sexual rest, and low in automn and winter at gonadal development and spawning stage. Length-mass relationships are given and three kinds of coefficients of condition have been used. The methods and their results are analyzed.

Mots clés : Clupeidae, *Sardina pilchardus*, MED, Algeria, Reproduction, Length-weight relationships.

Dans ce travail nous nous proposons d'étudier l'évolution du rapport gonado-somatique (RGS) et de la condition de *Sardina pilchardus* de la région oranaise au cours de deux années (avril 1978 - mars 1979 ; avril 1984 - mars 1985) et d'intégrer les résultats dans le contexte méditerranéen. En vue d'une analyse critique, les résultats obtenus avec trois expressions du coefficient de condition ont été comparés entre eux. Ils ont également été confrontés aux informations fournies par les relations masse-longueur.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel et échantillonnage

Nous disposions pour cette étude de séries de couples de mesures individuelles masse-longueur de sardines, mâles et femelles, exploitées dans la région d'Oran et provenant d'échantillons recueillis à la pêcherie de la ville lors des débarquements.

La taille utilisée est la longueur à la fourche (LF) exprimée en millimètres et la masse (M), celle du poisson non éviscéré, en grammes. Pour 1978/1979, les mesures ont porté sur 895 poissons : 502 femelles (100 mm < LF < 183 mm ; 9,0 g < M < 80,0 g) et 393 mâles (100 mm < LF < 175 mm ; 11,0 g < M < 64,0 g). En 1984/85 elles ont concerné 619 individus : 326 femelles (93 mm < LF < 182 mm ; 7,4 g < M < 65,5 g) et 283 mâles (101 mm < LF < 186 mm ; 10,0 g < M < 71,2 g).

La méthode d'échantillonnage est celle décrite par Bouchereau (1981). La fréquence d'échantillonnage, bimensuelle pour 1978/79, n'a été que mensuelle en 1984/85. Aucune mesure n'a été faite en juin et juillet 1984.

---

(1) Laboratoire d'Ichthyologie et de Parasitologie Générale, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Place Eugène Bataillon, F-34060 Montpellier Cedex, FRANCE.
(2) Laboratoire de Biologie Marine, Institut des Sciences de la Nature, Université d'Oran, BP 16 Oran / Es-Senia, ALGÉRIE.

Rapport gonado-somatique (RGS)
Il est obtenu par la formule suivante (Bougis, 1952) :

$$RGS = 100 \times \frac{Mg}{M} \quad (1)$$

Mg = masse des gonades en grammes; M = masse corporelle brute.
Il n'a été calculé que pour les femelles de l'année 1978/79.

Relation masse-longueur
Pour établir les relations masse-longueur annuelles et mensuelles de chaque sexe, nous avons utilisé la relation :

$$\log M = b \log LF + \log a \quad (2)$$

Les paramètres "a" et "b" ont été calculés par la méthode des moindres rectangles (Dagnélie, 1981) en tenant compte de tous les couples de valeurs masse observée (M) - longueur observée (LF) ; "a" est fonction de la densité et des proportions et "b" rend compte de l'allométrie et des variations de densité (Fréon, 1979). Les ordonnées à l'origine (log a) et les pentes (b) de ces relations ont été comparées grâce aux tests de Mayrat (1959). Quand il n'y avait pas de différence significative de pente, nous avons déterminé les droites théoriques parallèles ayant une pente intermédiaire commune.

Coefficient de condition
Parmi les différentes expressions du coefficient de condition proposées par les auteurs, nous en avons utilisé trois pour cette étude :
a - Le coefficient de condition de Fulton (1911) ou coefficient composite de Postel (1973) :

$$Kc = \frac{Mo}{LFo^3} \times 10^5 \quad (3)$$

Avec ce coefficient, la masse du poisson standard de référence est calculée à partir de la relation :

$$M = kc\ LF^3 \quad (4)$$

dans laquelle on admet "a" toujours égal à 1 et "b" = 3 (isométrie).
En raison de ses caractéristiques, le coefficient de Fulton subit un biais d'autant plus important que le "b" réel est différent de 3 (allométrie), ce qui peut masquer les phénomènes biologiques que l'on veut mettre en évidence (Troadec, 1968). Son utilisation nécessite donc des précautions : recours à des échantillons ayant les mêmes moyennes et composition de longueur (Durand, 1978 *in* Mouneimne, 1981) ou comparaison de poissons ayant approximativement la même taille (Ricker, 1980).
b - Le facteur relatif de condition de Le Cren (1951) :

$$Kr = \frac{M}{aLF^b} \quad (5)$$

Les valeurs de "a" et "b" ont été calculées à partir des relations annuelles car elles prennent en compte tous les phénomènes subis par un "poisson standard de synthèse" au cours de son cycle biologique.

c - Le coefficient moyen de condition de Laurent et Moreau (1973) pour un intervalle de taille LF1 - LF2 :

$$Km = \frac{a}{b-2} \times \frac{LF2^{(b-2)} - LF1^{(b-2)}}{LF2 - LF1} \times 10^5 \qquad (6)$$

Dans ce coefficient l'emploi des paramètres "a" et "b" issus des relations annuelles aboutirait, pour un même intervalle de taille, à une valeur de Km toujours identique, quelle que soit la période considérée. Nous avons donc utilisé les paramètres des relations mensuelles. Notons aussi que l'expression de Km ne permet pas de calculer le coefficient de condition d'un seul individu et de se référer à un poisson standard de synthèse.

RÉSULTATS

Rapport gonado-somatique (RGS) (Fig. 3)

Les variations du RGS au cours de l'année reflètent l'état de maturité des gonades au niveau de la population. En 1978/79 ses valeurs sont pratiquement nulles d'avril-mai à septembre. Elles augmentent en octobre (1,3) et novembre (3, 2) pour atteindre leurs maxima de décembre à février, formant durant ces trois mois un plateau (RGS moyen pour ces trois mois = 4, 7). Elles diminuent enfin brusquement en mars (0,39). On distingue donc deux périodes :

- repos sexuel au printemps et en été, d'avril à septembre.
- activité sexuelle en automne et hiver (octobre-mars) correspondant à la maturation des gonades et à l'émission des produits génitaux. La ponte débute toujours à la mi-novembre et s'achève à la mi-février, mi-mars selon les années. Les observations de terrain faites régulièrement les années suivantes ont confirmé les résultats de 1978/79.

Relations masse-longueur (Tableaux I, II)

Comparaison de "b" avec une pente de valeur 3 : Lorsqu'il y a allométrie, elle est toujours majorante. Les pentes des relations annuelles sont, pour les deux années et les deux sexes, significativement différentes de 3 au seuil de 1 %.

Mensuellement, "b" tend à être le plus souvent différent de 3 à certaines périodes. Au cours de la première année, ceci se produit surtout en été et en automne : de juillet à octobre pour les femelles et de juin à novembre pour les mâles (à l'exception du mois de septembre pour ces derniers). Mais c'est aussi le cas en janvier et mars pour les femelles, et en février pour les mâles. Bien qu'il n'y ait pas de résultats pour les mois de juin et juillet, cette tendance semble plus tardive la seconde année : de septembre à décembre pour les femelles et seulement en septembre et novembre pour les mâles.

Il semblerait donc que la croissance soit surtout allométrique en été et en automne alors qu'elle serait plutôt isométrique en hiver et surtout au printemps.

Comparaison entre sexes : Les relations annuelles de 1984/85 sont identiques. Pour celles de 1978/79, on décèle une différence de position. Durant cette année, l'accroissement pondéral relatif des deux sexes est donc identique, comme en 1984/85 mais, à taille égale, les mâles sont légèrement plus lourds.

Si on considère les relations mensuelles, les mois pour lesquels il y a une différence entre les sexes sont peu nombreux : différence de pente en février 1979, décembre 1984 et mars 1985, et seulement une différence de position en mars

Tableau I : Valeurs annuelles et mensuelles de "b" et "a" de log M = b log LF + a pour l'année 1978/79 (R = coefficient de corrélation ; Sdy = écart-type résiduel ; T = résultats pour l'année).

	FEMELLES				MALES			
Mois	b	A	R	Sdy	b	A	R	Sdy
Avr	3,267	-5,560	0,974	0,021	3,973	-7,130	0,825	0,036
Mai	3,293	-5,585	0,944	0,020	3,047	-5,042	0,956	0,020
Jui	3,270	-5,538	0,969	0,026	3,586	-6,215	0,963	0,025
Jul	3,601	-6,255	0,995	0,019	3,751	-6,572	0,981	0,032
Aou	3,244	-5,484	0,987	0,030	3,512	-6,047	0,990	0,024
Sep	3,443	-5,952	0,950	0,032	3,355	-5,766	0,912	0,038
Oct	3,475	-6,000	0,992	0,027	3,664	-6,398	0,989	0,027
Nov	3,163	-5,352	0,975	0,026	3,327	-5,701	0,965	0,024
Dec	3,059	-5,153	0,973	0,028	3,093	-5,219	0,953	0,024
Jan	3,197	-5,430	0,993	0,021	3,126	-5,273	0,988	0,026
Fev	3,080	-5,173	0,992	0,019	3,301	-5,647	0,983	0,026
Mar	3,330	-5,707	0,973	0,025	3,157	-5,323	0,967	0,032
T	3,415	-5,880	0,984	0,033	3,491	-6,034	0,976	0,038

Tableau II : Valeurs annuelles et mensuelles de "b" et "a" de log M = b log LF + a pour l'année 1984/85 (R = coefficient de corrélation ; Sdy = écart-type résiduel ; T = résultats pour l'année).

	FEMELLES				MALES			
Mois	b	A	R	Sdy	b	A	R	Sdy
Avr	3,098	-5,212	0,940	0,018	2,766	-4,517	0,951	0,014
Mai	3,008	-4,990	0,985	0,025	3,054	-5,095	0,991	0,022
Jui	-	-	-	-	-	-	-	-
Jul	-	-	-	-	-	-	-	-
Aou	3,003	-4,987	0,958	0,020	2,874	-4,721	0,964	0,015
Sep	4,074	-7,286	0,968	0,023	3,771	-6,648	0,947	0,021
Oct	3,415	-5,892	0,986	0,014	3,180	-5,383	0,932	0,027
Nov	3,371	-5,802	0,988	0,030	3,430	-5,916	0,990	0,025
Dec	3,572	-6,256	0,981	0,025	3,164	-5,370	0,982	0,026
Jan	3,105	-5,244	0,950	0,022	-	-	-	-
Fev	3,212	-5,480	0,898	0,034	3,132	-5,319	0,949	0,019
Mar	3,174	-5,383	0,942	0,025	3,200	-5,436	0,956	0,023
T	3,237	-5,510	0,985	0,032	3,185	-5,403	0,982	0,029

1979 et août 1984. Pour ces deux derniers mois, les différences calculées à partir des droites auxiliaires parallèles ne sont que de l'ordre de 2,0 g pour une LF de 180 mm.

Les quelques différences entre mâles et femelles sont inconstantes d'une année à l'autre. Lorsqu'elles existent, elles sont minimes et il est peu probable qu'elles aient une signification biologique.

Comparaison mensuelles : Les résultats des tests de comparaison ne se reproduisent, en général, ni entre sexes, ni d'une année à l'autre. On ne note cependant chez les mâles, en 1978/79, aucune différence de pente d'un mois à l'autre. De plus, deux périodes remarquables se distinguent, avril-mai et août-septembre, mois entre lesquels il y a, chez les deux sexes et pour les deux années, soit une différence de pente soit une différence de position. Pour les deux sexes, entre avril et mai 1978 et 1984, la différence de position traduit une augmentation de masse des poissons. Elle correspond au contraire à une diminution de masse d'août à septembre 1978. En 1984, c'est la pente qui varie entre ces deux derniers mois. Les individus de moins de 140 mm (LF) sont plus légers en septembre qu'en août et ceux qui dépassent cette taille sont plus lourds. Malgré tout, les différences d'un mois à l'autre sont assez faibles ; la masse donnée par la relation (2) ne varie que très progressivement sur l'année, avec des oscillations pour un intervalle de taille donné, et fournit des valeurs plus élevées au printemps et en été.

Coefficients de condition (Tableaux III, IV ; Figs 1 à 4)
Dans l'ensemble, les valeurs des coefficients de condition sont voisines, le Km étant, dans la majorité des cas, plus proche de Kc que de Kr. Quels que soient

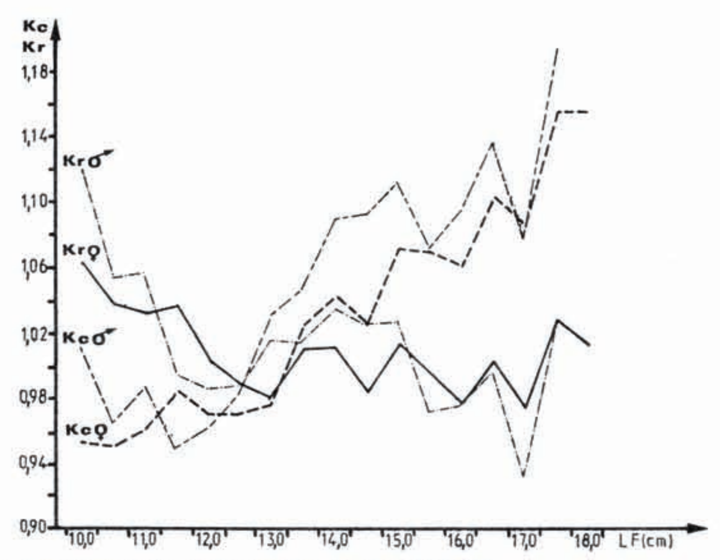


Fig. 1 : Variations de Kc et Kr avec la taille pour 1978/79.

l'année et le sexe, ces valeurs sont élevées au printemps et en été, et faibles en automne-hiver. Les minima et maxima des trois coefficients de condition se situent en général aux mêmes mois (maxima en mai pour les mâles en 1978 et pour les deux sexes en 1984 ; minima en décembre 1978 pour les femelles et en février 1985 pour les mâles), mais il n'en est pas toujours ainsi. Chez les femelles, les plus fortes valeurs sont en mai (Km), juin (Kr) et juillet (Kc) pour 1978, leurs plus faibles valeurs en janvier (Kc et Km) et février (Kr) pour 1985 ; pour 1978, les plus faibles valeurs des mâles sont en avril (Kr), septembre (Km) et décembre (Kc). Les tests de comparaisons (que l'on ne peut faire avec Km) montrent des différences significatives chez les femelles entre les mois de janvier et février 1985 pour Kc et Kr, chez les mâles entre les Kc d'avril et décembre 1978, ceux d'avril et septembre 1978 et également entre les Kr de décembre et d'avril 1978.

Variation du coefficient de condition avec la taille (Figs 1, 2) : Seules les variations de Kc et Kr avec la taille peuvent être étudiées, étant données, comme nous l'avons vu, les propriétés de Km. Le coefficient composite de condition (Kc) augmente avec la taille des poissons, ce qui est bien marqué en 1978/79. Cette particularité ne se retrouve pas avec Kr.

Variations saisonnières du coefficient de condition (Tableaux III, IV ; Figs 3, 4) : Pour les deux années et les deux sexes, les coefficients de condition mensuels suivent la même évolution. Ils sont élevés de mai à août, mois à partir duquel ils baissent pour atteindre de faibles valeurs durant l'automne et l'hiver avant d'augmenter à partir du mois d'avril. On distingue ainsi deux grandes périodes, mai-août et septembre-avril, dont les coefficients de condition moyens, toutes tailles confondues, sont les suivants :

- 1978/79. Mai-août. Femelles : Kc = 1,112 ; Kr = 1,071 ; Km = 1,114. Mâles : Kc = 1,116 ; Kr = 1,067 ; Km = 1,127.

Septembre-avril. Femelles : Kc = 1,000 ; Kr = 0,982 ; Km = 0,997. Mâles : Kc = 0,994 ; Kr = 0,982 ; Km = 0,997.

- 1984/85. Mai-août. Femelles : Kc = 1,061 ; Kr = 1,061 ; Km = 1,058. Mâles : Kc = 1,038 ; Kr = 1,049 ; Km = 1,035.

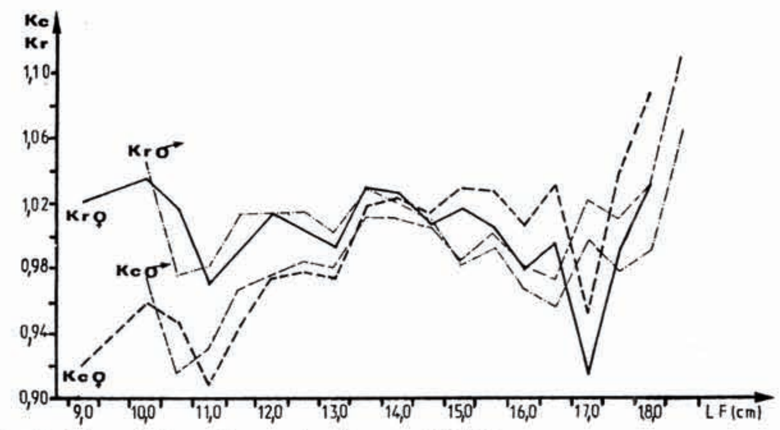


Fig. 2 : Variations de Kc et Kr avec la taille pour 1984/85.

Tableau III : Valeurs annuelles et mensuelles de Kc, Kr et Km pour l'année 1978/79 (n = nombre de poissons ; Sm = erreur standard ; T = résultats pour l'année).

	FEMELLES						MALES					
Mois	n	K_c	Sm.10²	K_r	Sm.10²	Km	n	Kc	Sm.10²	Kr	Sm.10²	Km
Avr	20	1,083	1,26	0,984	1,16	1,079	13	1,046	2,53	0,932	2,26	1,043
Mai	7	1,121	2,30	1,074	2,29	1,128	13	1,143	1,56	1,086	1,76	1,144
Jui	34	1,105	1,16	1,075	1,18	1,106	36	1,098	1,22	1,056	1,07	1,112
Jul	42	1,124	1,53	1,069	0,83	1,122	36	1,133	1,92	1,062	1,39	1,140
Aou	34	1,103	1,49	1,068	1,51	1,099	29	1,107	1,61	1,079	1,13	1,110
Sep	32	0,949	1,31	0,971	1,34	0,953	30	0,948	1,45	0,969	1,56	0,938
Oct	59	1,043	1,20	1,028	0,84	1,028	45	1,040	1,51	1,013	0,97	1,059
Nov	36	0,987	0,98	0,989	1,10	0,992	33	0,969	0,95	0,978	0,98	0,979
Dec	37	0,938	0,94	0,960	1,16	0,939	32	0,941	0,92	0,984	1,10	0,942
Jan	54	0,979	0,83	0,974	0,97	0,977	41	0,982	0,93	0,983	1,22	0,985
Fev	54	0,998	0,62	0,962	0,80	0,997	42	0,996	1,03	0,960	1,80	0,998
Mar	93	1,016	0,65	0,978	0,60	1,005	43	1,033	1,17	0,995	1,25	1,035
T	502	1,026	0,40	1,003	0,35	1,022	393	1,030	0,51	1,007	0,41	1,035

Septembre-avril. Femelles : Kc = 0,978 ; Kr = 0,984 ; Km = 0,997. Mâles : Kc = 0,973 ; Kr = 0,988 ; Km = 0,974.

On trouve, dans tous les cas, entre ces deux périodes, une différence significative au seuil de probabilité de 0,01, sauf pour le Km des mâles en 1984/85 où elle n'est significative qu'au seuil de 0,05. La raison en est, sans doute, que les moyennes de Km sont calculées à partir de l'ensemble des échantillons répartis mensuellement et non à partir de données individuelles, comme cela a été fait pour Kc et Kr. Le nombre de degrés de liberté est donc faible, particulièrement pour les mâles, cette année-là.

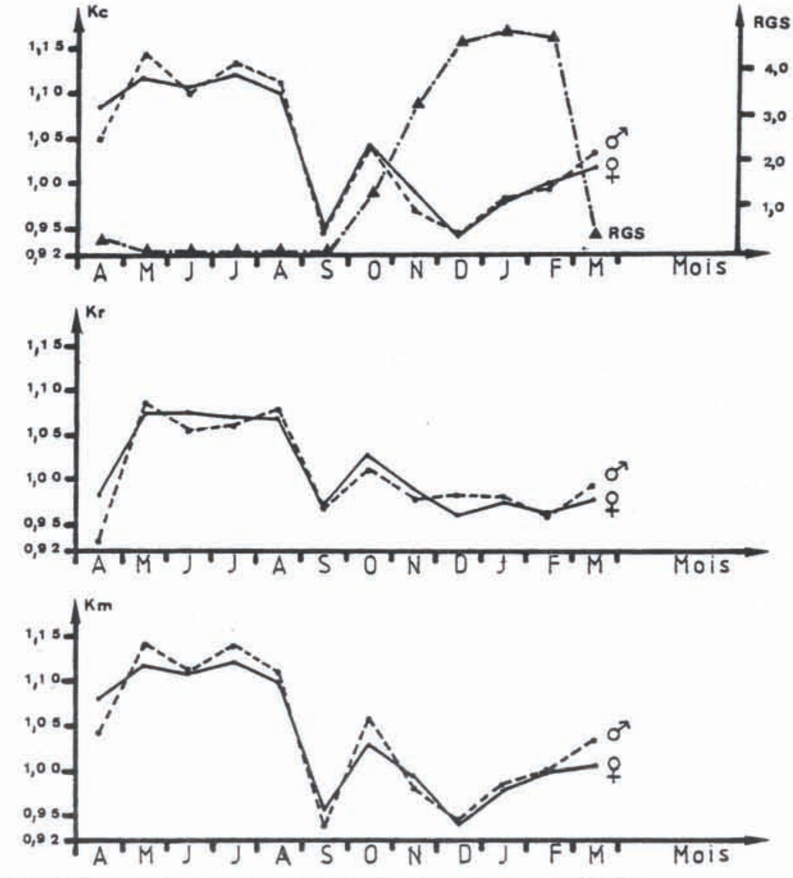


Fig. 3 : Variations mensuelles du RGS, de Kc, Kr et Km durant 1978/79.

Comparaison entre femelles et mâles (Tableaux III, IV ; Figs 3, 4) : Les moyennes annuelles de Kc et Kr ne révèlent aucune différence significative entre les deux sexes pour les deux années. Ces moyennes étant très faibles, on peut supposer qu'elles n'en présentent pas non plus entre Km.

Comparaison par classe de taille : Les différences entre sexes, par année et pour une même classe de taille, sont dans l'ensemble assez peu nombreuses. Au cours de l'année 1978/79, dans l'intervalle de classes de tailles 105 mm - 170 mm, les Kr sont significativement différents (5 %) dans la classe de taille 115 mm, les femelles étant apparemment en meilleure condition que les mâles, et dans la classe de taille 145 mm, les mâles étant, à l'inverse, en meilleure condition. Pour le Kc, on trouve des différences significatives dans les classes de taille 130 mm et 145 mm (1 %) et dans celle de 140 mm (5 %). En 1984/85, pour les classes de tailles comprises entre 100 mm et 175 mm, nous n'avons trouvé de différence significative entre les deux sexes qu'avec le Kc dans la classe de taille 105 mm (5 %), les femelles paraissant en meilleure condition.

Comparaisons mensuelles et saisonnières : Pour les deux périodes définies, il n'y a aucune différence significative entre mâles et femelles. Considérés mois par mois, Kc et Kr ne présentent pas, non plus, de différence significative entre sexe en 1978/79. On ne note de différence significative pour le Kc qu'en août 1984, février

1985 (1 %) et en décembre 1984 (5 %). Ceci n'est d'ailleurs pas corroboré par le Kr pour lequel on ne trouve aucune différence tout au long de cette année 1984/85.

DISCUSSION

Rapport gonado-somatique (RGS) (Fig. 3)

Le début de maturation des gonades de la sardine à Oran a lieu quand la température du milieu diminue et la ponte se produit quand elle est basse. De nombreux auteurs ont signalé la correspondance entre un optimum thermique et l'évolution pondérale des gonades et la ponte (Belloc et Desbrosse, 1930 ; Furnestin et Furnestin, 1970 ; Aldebert et Tournier, 1971 ; Culley, 1971 ; L'Herrou, 1971).

Par rapport à la sardine tunisienne (Kartas, 1981), les RGS maxima (4,8) que nous avons observés sont légèrement plus élevés que ceux de la région nord tunisienne (4,1) et nettement supérieurs à ceux de la région est (2,8). De plus, à Oran, l'augmentation et la baisse du RGS sont plus précoces et plus rapides qu'en Tunisie : RGS = 1,3 en octobre à Oran alors qu'il n'atteint cette valeur qu'en novembre dans le nord tunisien ; RGS = 0,4 en mars à Oran alors qu'il est encore, au même mois, à 2,1 dans le nord de la Tunisie et 1,4 dans l'est.

En Méditerranée, la période d'activité sexuelle et la ponte ont toujours essentiellement lieu en hiver, avec des décalages plus ou moins importants dans les temps selon les années et les régions (Massuti, 1955a ; Gamulin et Karlovac, 1957 ; Ben Tuvia, 1959 ; Gamulin et Zadovnic, 1961 ; Lee, 1962). En Atlantique, les auteurs citent, selon les secteurs, des périodes comprises entre le début de l'automne et l'été (Andreu, 1954 ; Culley, 1971 ; L'Herrou, 1971 ; Rodriquez-Roda, 1971), certains trouvant même deux saisons de ponte (Furnestin et Furnestin, 1959).

Tableau IV : Valeurs annuelles et mensuelles de Kc, Kr et Km pour l'année 1984/85 (n = nombre de poissons ; Sm = erreur standard ; T = résultats pour l'année).

	FEMELLES						MALES					
Mois	n	K_c	$Sm.10^2$	K_r	$Sm.10^2$	Km	n	K_c	$Sm.10^2$	Kr	$Sm.10^2$	Km
Avr	22	0,990	0,91	1,006	0,97	0,989	22	0,970	0,77	0,993	0,86	0,974
Mai	41	1,069	0,97	1,077	1,11	1,067	39	1,054	0,89	1,069	0,97	1,057
Jui	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aou	27	1,049	0,99	1,038	1,06	1,048	25	1,014	0,77	1,018	0,84	1,012
Sep	21	0,959	1,56	0,984	1,44	0,945	22	0,960	1,17	0,985	1,13	0,960
Oct	25	1,001	0,79	1,006	0,68	1,005	27	1,005	1,25	1,020	1,29	1,003
Nov	77	0,967	0,92	0,987	0,80	0,969	57	0,973	0,97	1,004	0,83	0,992
Dec	32	0,995	1,25	0,977	1,06	0,991	38	0,963	0,97	0,972	0,97	0,956
Jan	21	0,936	1,07	0,993	1,14	0,938	-	-	-	-	-	-
Fev	30	0,972	1,29	0,948	1,30	0,973	23	0,930	0,91	0,927	0,92	0,930
Mar	30	1,004	1,10	0,978	1,10	1,003	30	1,000	0,96	0,996	0,96	1,000
T	326	0,995	0,41	1,007	0,31	0,994	283	0,988	0,39	1,002	0,39	0,991

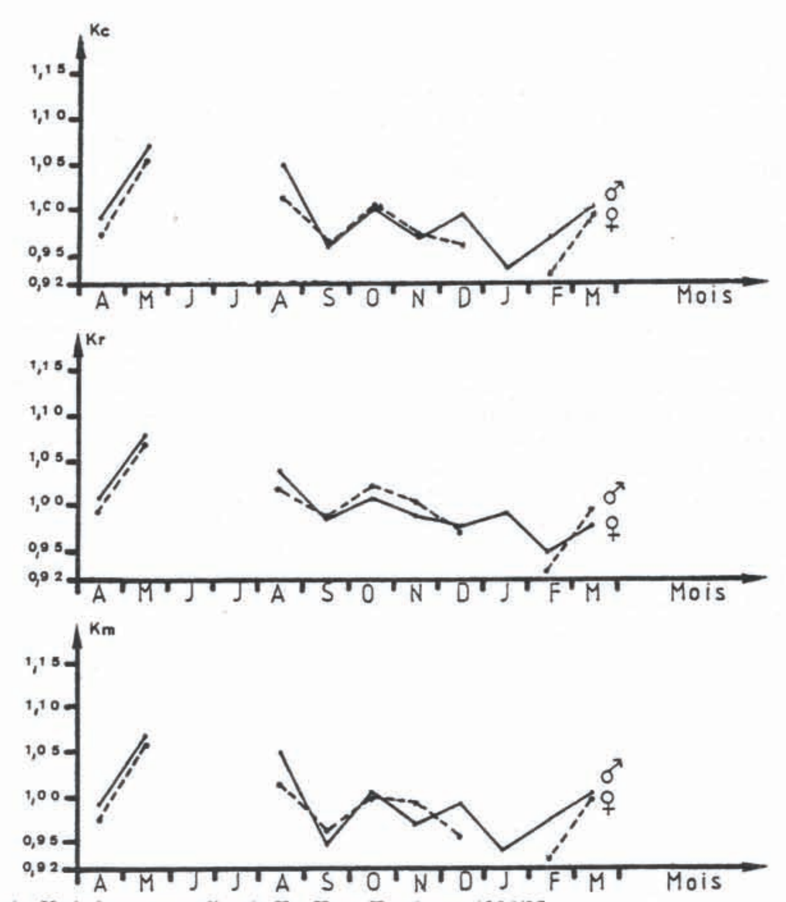


Fig. 4 : Variations mensuelles de Kc, Kr et Km durant 1984/85.

Relations masse-longueur (Tableaux I, II)

Avec les valeurs annuelles, Kartas (1981), pour les sardines tunisiennes des régions nord et est, trouve, comme nous, une allométrie majorante, sauf pour les mâles de la région nord dont la croissance est isométrique. En revanche, si l'on considère les valeurs mensuelles, l'allométrie qui se manifeste dans la région oranaise, surtout en été et en automne, est plutôt caractéristique de l'hiver et du printemps en Tunisie, du moins pour la région nord. Ces différences sont difficilement interprétables, tant sur le plan de l'hydrologie que sur celui de la physiologie des animaux.

Nous n'avons décelé que peu de différences entre les sexes. D'après Kartas (1981), l'accroissement pondéral relatif de la sardine nord tunisienne est, sur l'année, plus important chez les femelles que chez les mâles. Dans la région est, il ne note aucune différence entre les relations masse-taille aussi bien annuelles que mensuelles (sauf en février et juillet). Pour ces dernières, dans le nord, il les trouve identiques d'avril à juin et en septembre et octobre. Bien que moins nombreux dans notre étude, les mois présentant une différence entre mâles et femelles coïncident avec ceux relevés par Kartas. C'est essentiellement en hiver, au moment de la reproduction, qu'interviennent ces différences. Elles sont toujours très faibles et il est difficile de donner avec certitude une explication.

De même, si l'on considère les résultats des comparaisons mensuelles, il est mal aisé de fournir une interprétation des différences intervenant entre les mois. On ne peut constater qu'une évolution très progressive des relations masse-longueur. Kartas note, lui aussi, que l'évolution d'un mois à l'autre se fait d'une manière imperceptible. Les masses fournies par ces relations corroborent les résultats des coefficients de condition et traduisent une augmentation de la masse en été et une diminution en hiver.

Coefficients de condition (Tableaux III, IV ; Figs 3, 4)

De nombreux auteurs ont fait remarquer le parallélisme existant entre les variations du coefficient de condition (ou les périodes d'engraissement et d'amaigrissement) et celles du RGS, qu'elles varient dans le même sens ou en sens inverse. Pour certains, l'amaigrissement serait dû à la reproduction, les réserves graisseuses étant mobilisées en totalité, ou presque, pour l'élaboration de produits sexuels (Andreu et Rodriguez-Roda, 1951 ; Dieuzeide et Roland, 1956). Pour d'autres, il aurait pour cause une raréfaction du plancton liée à une baisse de la température des eaux en hiver (Furnestin, 1945 ; Lee, 1962).

L'évolution inverse (Fig. 3) de la condition et du RGS de *S. pilchardus* constatée à Oran est commune chez cette espèce en Méditerranée (Fage, 1913 ; Bas et Morales, 1951 ; Planas et Vives, 1952 ; Dieuzeide et Roland, 1956 ; Lee, 1962 ; Kartas, 1981). C'est au printemps et en été, saisons pendant lesquelles les conditions hydrothermiques et trophiques sont bonnes et le RGS faible, que le coefficient de condition est à son niveau le plus élevé. Les sardines se nourrissent abondamment, particulièrement au printemps et au début de l'été, assurant la reprise de leur croissance tout en accumulant des réserves. On observe alors la présence d'importants cordons graisseux dans la cavité générale. Les températures estivales élevées du milieu qui entraînent un métabolisme accru et donc d'importantes dépenses énergétiques expliquent, en partie au moins, la chute brutale des valeurs du coefficient de condition entre août et septembre. Lee (1962) signale, chez la sardine du golfe du Lion, un pourcentage très élevé d'estomacs vides au mois d'août, une grande activité dans l'alimentation se manifestant de nouveau en septembre. Au début de l'automne, les sardines se nourrissent de nouveau et le métabolisme est moins sollicité du fait de températures plus clémentes ; cela se traduit par une amélioration de la condition. Vianet (1985) retrouve la même évolution chez le flet du golfe du Lion et incrimine les mêmes causes.

En automne et en hiver, l'augmentation de la masse gonadique des sardines n'induit pas d'augmentation de la masse de l'animal qui maigrit. On peut trouver une explication à cet amaigrissement dans le fait que les poissons ne se nourrissent plus ou peu : le zooplancton est moins abondant (Hickling, 1945 ; Furnestin, 1945 ; Massuti, 1955b ; Lee, 1962) et le développement des gonades comprime de plus en plus le tractus digestif (Lahaye, 1981). Les réserves non investies dans l'élaboration des produits sexuels sont juste suffisantes au maintien du poisson. D'ailleurs, dès novembre, les cordons graisseux ont disparu. De novembre à février, l'émission des œufs contribue à accentuer la diminution de la masse des poissons. L'amaigrissement constaté après la ponte cesse rapidement car il y a aussitôt reprise de l'alimentation et la condition s'améliore.

Ce schéma n'est pas général chez tous les poissons. Il arrive, à l'inverse, que l'on trouve simultanément de fortes valeurs du RGS et du coefficient de condition. Mais, dans ce cas, la maturation des gonades va de pair avec une reprise, ou la poursuite, de la phase d'engraissement (Fontana et Pianet, 1973 ; Kartas, 1981 ; Man Wai, 1985). La ration alimentaire est alors supérieure aux besoins et le bilan énergétique est positif. En période d'appauvrissement du milieu, ces animaux n'ayant pas à subir les pertes liées aux mécanismes de maturation sexuelle, la baisse du

coefficient de condition est beaucoup moins marquée. Elle se manifeste cependant toujours en période de ponte, et après la ponte, en raison de la décharge des produits sexuels et de l'épuisement des animaux.

Chez la sardine d'Oran, comme pour celle de l'est tunisien (Kartas, 1981), il n'existe pas de différence de condition entre les sexes. Ceci n'est pas caractéristique de l'espèce ; en effet, sur les côtes nord tunisiennes, le K des mâles suit celui des femelles tout en lui restant inférieur (Kartas, 1981).

Analyse des résultats suivant les méthodes

Relations masse-longueur (Tableaux I, II) : Bien que ces relations puissent fournir de très nombreux renseignements, leur analyse est peu pratique pour appréhender la condition des poissons en raison de l'incapacité à comparer statistiquement les variations conjuguées de "a" et "b" pour deux échantillons. Nous avons confronté les résultats des tests de comparaison des relations masse-longueur avec ceux des coefficients de condition. Il y a souvent concordance mais, parfois, une différence relevée entre relations n'est pas confirmée par les coefficients de condition. Par exemple, au cours de l'année 1978/79, il n'y a aucune différence des coefficients mensuels entre mâles et femelles alors que les relations se distinguent par la pente en février et par la position en mars. Par contre, en 1984/85 il y a accord : aux différences relevées pour le Kc en août, décembre et février, correspondent des différences de pente ou de position des relations. Systématiquement, quand on trouve à la fois des différences de position et des différences entre coefficients de condition, leurs variations vont dans le même sens. Ainsi, en août 1984, le Kc des femelles est supérieur à celui des mâles et, de manière identique, le "a" de la relation de pente commune des femelles est plus élevé.

Coefficients de condition : On observe parfois, dans les résultats des tests de comparaison effectués avec les diverses expressions du coefficient de condition, des divergences qui ne peuvent être expliquées que par les propriétés de ces expressions qui ne représentent qu'imparfaitement la condition. Ainsi, sur Kc une erreur égale à M/LF^{b-3} augmente avec la différence b - 3 et pourrait laisser penser que le coefficient de condition croît avec la taille des poissons (Figs 1,2). Ceci n'apparaît pas avec le Kr puisque celui-ci tient compte de l'allométrie. La taille autour de laquelle Kc et Kr vont diverger sera d'autant plus faible, et ils s'écarteront d'autant plus vite l'un de l'autre, de part et d'autre de cette taille, que "b" sera différent de 3. En 1978/79, année pour laquelle la différence b - 3 est plus importante qu'en 1984/85, Kc et Kr ont même valeur pour des tailles de 130 mm - 135 mm chez les femelles et 120 mm - 125 mm chez les mâles, alors qu'elles sont respectivement de 140 mm - 145 mm et 145 mm - 150 mm en 1984/85, et ils divergent plus lentement de part et d'autre de cette taille la dernière année. Cette dépendance de Kc à l'égard de la taille peut masquer des particularités que mettra en évidence Kr. En 1978/79, les individus de petite taille (100 mm à 110 mm) se caractérisent par des valeurs de Kr particulièrement élevées, ce que ne révèle pas Kc. Une analyse plus fine prenant en compte les valeurs mensuelles par classe de taille prouve que ces petits poissons ont des masses particulièrement élevées pour la saison.

C'est également l'influence sur Kc d'autres facteurs (morphologie, densité propre de chaque poisson,...) que ceux qui conduisent à des modifications de masse (état d'engraissement, stade sexuel des gonades, ...) qui entraînent une accentuation de ses variations par rapport à Kr.

Les différentes expressions du coefficient de condition n'ayant pas la même signification, les conclusions auxquelles elles conduisent peuvent être différentes.

CONCLUSION

Les relations masse-longueur fournissent de nombreuses informations, mais elles sont peu pratiques pour l'étude de la condition des poissons. Les coefficients de condition sont préférables pour ce type de travail. Chacune des trois expressions que nous avons testées présente des avantages et des inconvénients que mettent en évidence nos résultats.

Bien que Kr puisse être considéré comme le plus proche de la réalité, les trois expressions du coefficient conviennent pour décrire les tendances de la condition en cours d'année chez la sardine oranaise. Dans cette région, l'évolution de Kc, Kr et Km est synchrone et semblable dans les deux sexes. Le début de maturation des gonades commence en octobre et la période de ponte s'étale de la mi-novembre à la mi-février ou la mi-mars, selon les années, avec un maximum en janvier. L'accumulation des réserves a lieu du printemps à l'été, saisons favorables aux plans climatique et trophique, ce qui se traduit par des coefficients de condition élevés. La chute hivernale de ces coefficients résulte d'une rupture d'équilibre entre apport énergétique et dépenses de maintien. Durant cette saison, les sardines ne se nourrissent plus, investissent dans l'élaboration des gonades et pondent. La phase de repos sexuel qui suit se distingue par de fortes valeurs des coefficients de conditions étroitement liées aux facteurs hydroclimatiques et trophiques. Cette opposition observée entre le rapport gonado-somatique et le coefficient de condition est caractéristique de *Sardina pilchardus* de Méditerranée. On retrouve en effet le même schéma évolutif de K et du RGS chez la sardine d'autres secteurs méditerranéens.

RÉFÉRENCES

ALDEBERT Y. & H. TOURNIER, 1971. - La reproduction de la sardine et de l'anchois dans le golfe du Lion. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 35 : 57-75.

ANDREU B., 1954. - La ciencia y la tecnica al servicio de la industria pesquera. Conferencia national pesquera, mars 1954, Vigo, 11 : 22 p.

ANDREU B. & J. RODRIGUEZ-RODA, 1951. - Estudio comparativo del ciclo sexual, engrasamiento y replecion stomacal de la sardina, alacha y anchoa del mar Catalan. *Publ. Inst. Biol. apl.*, 9 : 193-232.

BAS C. & E. MORALES, 1951. - Nota sobre la talla y la evolucion sexual de las sardinas de la Costa Brava (septiembre de 1949 a septiembre de 1950). *Publ. Inst. Biol. apl.*, 8 : 161-181.

BELLOC C. & P. DESBROSSES, 1930. - Remarque sur la sexualité de la sardine *Clupea pilchardus* Walb. *Rev. Trav. Off. Pêches Marit.* 3(1) : 68-78.

BEN TUVIA A., 1959. - Some studies on *Sardina pilchardus* from the coast of Israël. *Proc. gen. Fish. Coun. Medit.*, 5 : 385-392.

BOUCHEREAU J.L., 1981. - Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique de la population exploitée de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) dans la baie d'Oran (Algérie). Thèse Doct. 3ème cycle, Fac. Sci. Univ. Aix-Marseille II : 178 pp.

BOUGIS P., 1952. - Rapport hépatosomatique et rapport gonadosomatique chez *Mullus barbatus* L. *Bull. Soc. Zool. France*, 74 (6) : 326-330.

CULLEY M., 1971. - The pilchard, biology and exploitation. Pergamon Press, Oxford : 241 p.

DAGNELIE P., 1981. - Théorie et méthodes statistiques. Les Presses agronomiques de Gembloux, A.S.B.L., 1 et 2.

DIEUZEIDE R. & J. ROLAND, 1956. - Etude biométrique de *Sardina pilchardus* Walb. et de *Sardinella aurita* C.V. capturées dans la baie de Castiglione. *Bull. Stat. Aquic. Pêches Castiglione*, 8 : 109-225.

DURAND J.R., 1978. - Biologie et dynamique des populations d'*Alestes baremoze* (Pisces, Characidae). *Trav. Doc. ORSTOM*, 98 : 332.

FAGE L., 1913. - Recherche sur la biologie de la sardine (*Clupea pilchardus* Walb.). *Arch. Zool. Exp.*, 52(3) : 305 pp.

FONTANA A. & R. PIANET, 1973. - Biologie des sardinelles, *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* (Val.) des côtes du Congo et du Gabon. *ORSTOM, Doc. Sci. Centre Pointe-Noire*, NS n° 31 : 42 pp.

FREON P., 1979. - Relation tailles-poids, facteurs de condition, et indice de maturité sexuelle. Rappels bibliographiques, interprétations, remarques et applications. *Doc. Sci. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, 68 : 144-171.

FULTON T.W., 1911. - The sovereignty of the sea. Edinburgh and London.

FURNESTIN J., 1945. - Contribution à l'étude biologique de la sardine atlantique (*Sardina pilchardus* Walb). *Rev. Trav. Off. Sci. Tech. Pêches marit.*, 13(1-4) : 221-386.

FURNESTIN J. & M.L. FURNESTIN, 1959. - La reproduction de la sardine et de l'anchois des côtes atlantiques du Maroc (saisons et aires de ponte). *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 23(1) : 79-104.

FURNESTIN J. & M.L. FURNESTIN, 1970. - La sardine marocaine et sa pêche. Migrations trophiques et génétiques en relation avec l'hydrologie et le plancton. *Rapp. P.-V. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer.*, 159 : 165-175.

GAMULIN T. & J. KARLOVAC, 1957. - Données récentes concernant la densité des œufs de sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) sur une frayère de l'Adriatique moyenne. *FAO Cons. gén. Pêches Médit.* n° 4, Doc. techn. n° 29 : 219-226.

GAMULIN T. & D. ZADOVNIK, 1961. - Spawning on the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) off the west coast of Istria (Northern Adriatic). *FAO., Cons. gén. Pêches Médit.*, n° 6, Doc. techn. n° 11 : 121-123.

HICKLING C.F., 1945. - The seasonal cycle in the cornish pilchard *Sardina pilchardus* Walbaum. *J. Mar. biol. Ass. U.K.*, 26 : 115-138.

KARTAS F., 1981. - Les Clupéidés de Tunisie. Caractéristiques biométriques et biologiques, étude comparée des populations de l'Atlantique est et de la Méditerranée. Thèse Doc. d'Etat, Fac. Sci. Tunis : 608 pp.

LAHAYE J., 1981. - Les cycles sexuels chez les poissons marins. *Oceanis*, 6(7) : 637-654.

LAURENT H. & G. MOREAU, 1973. - Influence des facteurs écologiques sur le coefficient de condition d'un Téléostéen (*Cottus gobio* L.). *Annl Hydrobiol.* 4(2) : 211-228.

LE CREN E.D., 1951. - The length-weight relationship and seasonnal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, 20(2) : 201-219.

LEE J. Y., 1961. - La sardine du golfe du Lion (*Sardina pilchardus* sardina Regan). *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 25(4) : 417-511.

L'HERROU R., 1971. - Etude biologique de la sardine du golfe de Gascogne et du plateau celtique. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 35 : 57-75.

MAN WAI R., 1985. - Les Sars du golfe du Lion. *Diplodus sargus*, *D. vulgaris*, *D. annularis* (Pisces, Sparidae). Ecobiologie - Pêche. Thèse 3ème cycle, U.S.T.L. Montpellier : 361 pp.

MASSUTI M.O., 1955a. - La ponte de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans le détroit de Gibraltar, la mer d'Alboran, les eaux du levant espagnol et des îles Baléares. C.G.P.M. n° 3, Doc. techn. n° 7 : 103-129.

MASSUTI M.O., 1955b. - Nutrition de la sardine : Résumé des études effectuées jusqu'à présent. *FAO. Cons. gén. Pêches Médit.*, n° 3, Doc. techn. n° 8 : 131-132.

MAYRAT A., 1959. - Nouvelle méthode pour l'étude comparée d'une croissance relative dans deux échantillons. Application à la carapace de *Penaeus kerathurus* (Forskal). *Bull. Inst. fr. Afr. noire*, A, 21(1) : 21-59.

MOUNEIMNE N., 1981. - Remarques sur la relation longueur/poids et le facteur de condition chez les poissons. *Cybium*, 5(4) : 77-85.

PLANAS A. & F. VIVES, 1952. - Contribucion al estudio de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) del levante espanol (sectores de Vinaroz e Islas Columbretes). *Pub. Inst. Biol. Apl., Tomox* : 5-52.

POSTEL E., 1973. - Cours de théorie des pêches (dynamique des populations exploitées). Univ. de Rennes.

RICKER W.E., 1980. - Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, 191F : 409 pp.

RODRIGUEZ-RODA J., 1971. - Estudio de la sardina *Sardina pilchardus* (Walb.), capturada por la flota pesquera espanola en aguas de Larache (Marruecos). *Inv. Pesq.*, 35(2) : 655-680.

TROADEC J.P., 1968. - Etude des poissons benthiques du plateau continental congolais. 4ème partie. Observations sur la biologie et la dynamique de *Pseudotolithus senegalensis* (V)

dans la région de Pointe-Noire (Rép. du Congo), *Cah. ORSTOM*, Sér. Océanogr., VI(I) : 383-418.

VIANET R., 1985. - Le flet du golfe du Lion *Platichthys flesus* Linné, 1758. Systématique - Ecobiologie - Pêche. Thèse 3ème cycle, U.S.T.L. Montpellier : 315 pp.

Reçu le 26-02-1988.
Accepté pour publication le 01-07-1988.